

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-531795

(P2004-531795A)

(43) 公表日 平成16年10月14日(2004. 10. 14)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G06F 17/60

F I

G06F 17/60 206

G06F 17/60 234C

G06F 17/60 234G

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 45 頁)

(21) 出願番号 特願2002-568165 (P2002-568165)  
 (86) (22) 出願日 平成14年2月28日 (2002. 2. 28)  
 (85) 翻訳文提出日 平成15年8月28日 (2003. 8. 28)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2002/005994  
 (87) 国際公開番号 W02002/069109  
 (87) 国際公開日 平成14年9月6日 (2002. 9. 6)  
 (31) 優先権主張番号 09/795, 428  
 (32) 優先日 平成13年2月28日 (2001. 2. 28)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

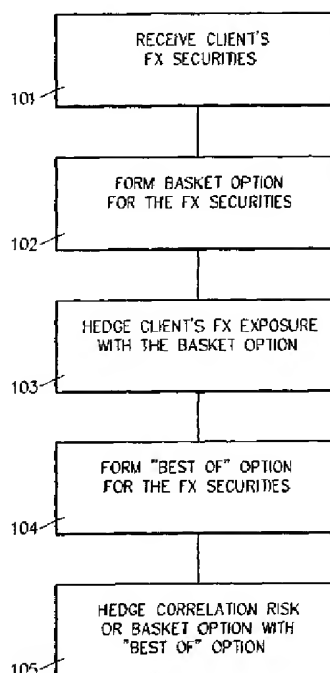
(71) 出願人 503021386  
 ゴールドマン サックス アンド カンパ  
 ニー  
 アメリカ合衆国 10004 ニューヨー  
 ク州 ニューヨーク ワン ニューヨーク  
 プラザ (番地なし)  
 (74) 代理人 100077481  
 弁理士 谷 義一  
 (74) 代理人 100088915  
 弁理士 阿部 和夫  
 (72) 発明者  
 マーク ヒギンズ  
 アメリカ合衆国 10023 ニューヨー  
 ク州 ニューヨーク ウェスト 60 ス  
 トリート 45 アpartment 3 ビー

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バスケットオプションのヘッジ方法

(57) 【要約】

複数の有価証券を含むバスケットオプションに関連する  
 相関リスクをヘッジする (103) 方法およびシステム  
 は、複数の有価証券の少なくとも2つを選択するステッ  
 プと、次のステップで、複数の有価証券の少なくとも2  
 つに対するベストオブオプションを形成するステップ (104)  
 を含む。そして、ベストオブオプションをバス  
 ケットオプションと組み合わせて、バスケットオプション  
 に関連する相関リスクをヘッジする (105)。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数の有価証券を含むバスケットオプションに関連する相関リスクをヘッジする方法であって、  
前記複数の有価証券の少なくとも 2 つを選択するステップと、  
前記複数の有価証券の前記少なくとも 2 つのベストオブオプションを形成するステップと、  
前記ベストオブオプションを前記バスケットオプションと組み合わせるステップとを備えることを特徴とする方法。

**【請求項 2】**

10

前記複数の有価証券の少なくとも 2 つを選択する前記ステップは、  
前記複数の有価証券をすべて選択するステップ  
を含み、前記複数の有価証券の前記少なくとも 2 つのベストオブオプションを形成するステップは、  
前記複数の有価証券すべてのベストオブオプションを形成するステップ  
を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 3】**

前記リスクは前記バスケットオプションの購入の結果生じ、前記ベストオブオプションを前記バスケットオプションと組み合わせるステップは、  
前記ベストオブオプションを購入するステップ  
を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

20

**【請求項 4】**

前記リスクは前記バスケットオプションを売却する結果生じ、前記ベストオブオプションを前記バスケットオプションと組み合わせる前記ステップは、  
前記ベストオブオプションを売却するステップ  
を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 5】**

前記有価証券は外貨有価証券を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 6】**

前記有価証券は株式を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

30

**【請求項 7】**

前記有価証券は商品を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 8】**

前記有価証券は債券商品を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 9】**

複数の有価証券を含むバスケットオプションを購入することに関連する相関リスクをヘッジする方法であって、  
前記複数の有価証券の少なくとも 2 つを含むベストオブオプションを購入するステップを備えることを特徴とする方法。

**【請求項 10】**

40

前記ベストオブオプションは、前記複数の有価証券をすべて含むことを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

**【請求項 11】**

複数の有価証券を含むバスケットオプションを売却することに関連する相関リスクをヘッジする方法であって、  
前記複数の有価証券の少なくとも 2 つを含むベストオブオプションを売却するステップを備えることを特徴とする方法。

**【請求項 12】**

前記ベストオブオプションは、前記複数の有価証券をすべて含むことを特徴とする請求項 11 に記載の方法。

50

**【請求項 1 3】**

有価証券のポートフォリオに関連するリスクに対処する方法であって、  
前記有価証券のポートフォリオに対するバスケットオプションを形成するステップと、  
前記バスケットオプションにより前記有価証券のポートフォリオをヘッジするステップと、  
前記複数の有価証券のベストオブオプションを形成するステップと、  
前記ベストオブオプションにより前記バスケットオプションをヘッジするステップと  
を備えることを特徴とする方法。

**【請求項 1 4】**

前記バスケットオプションはバスケットプットオプションであり、前記バスケットオプションにより前記有価証券のポートフォリオをヘッジする前記ステップは、  
前記バスケットプットオプションを購入するステップ  
を含むことを特徴とする請求項 1 3 に記載の方法。

**【請求項 1 5】**

前記バスケットオプションはバスケットコールオプションであり、前記バスケットオプションにより前記有価証券のポートフォリオをヘッジするステップは、  
前記バスケットコールオプションを購入するステップ  
を含むことを特徴とする請求項 1 3 に記載の方法。

**【請求項 1 6】**

前記ベストオブオプションにより前記バスケットオプションをヘッジする前記ステップは、  
前記ベストオブオプションを購入するステップ  
を含むことを特徴とする請求項 1 3 に記載の方法。

**【請求項 1 7】**

前記ベストオブオプションにより前記バスケットオプションをヘッジする前記ステップは、  
前記ベストオブオプションを売却するステップ  
を含むことを特徴とする請求項 1 3 に記載の方法。

**【請求項 1 8】**

前記有価証券のポートフォリオは外貨有価証券を含むことを特徴とする請求項 1 3 に記載の方法。

**【請求項 1 9】**

前記有価証券のポートフォリオは株式を含むことを特徴とする請求項 1 3 に記載の方法。

**【請求項 2 0】**

前記有価証券のポートフォリオは商品を含むことを特徴とする請求項 1 3 に記載の方法。

**【請求項 2 1】**

前記有価証券のポートフォリオは債券商品を含むことを特徴とする請求項 1 3 に記載の方法。

**【請求項 2 2】**

満了時の前記バスケットの予想価値を計算するステップと、  
有効バスケットのボラティリティを計算するステップと、  
前記バスケットオプションの有効デルタを計算するステップと、  
前記バスケットに含まれる各オプションに対する行使価格を計算するステップと  
を含むステップにより前記ベストオブオプションを形成することを特徴とする請求項 1 3  
に記載の方法。

**【請求項 2 3】**

複数の有価証券を含むバスケットオプションに関連する相関リスクをヘッジするコンピュー  
タ化システムであって、  
プロセッサおよびメモリを含むコンピュータサーバと、  
前記メモリに格納され、要求時に実行可能な実行可能ソフトウェアであって、前記サーバ

とともに動作して前記システムに、  
前記複数の有価証券の少なくとも2つを選択させ、  
前記複数の有価証券の前記少なくとも2つに対するベストオブオプションを形成させ、  
前記ベストオブオプションを前記バスケットオプションと組み合わせさせるソフトウェア  
と  
を備えることを特徴とするコンピュータ化システム。

【請求項24】

前記複数の有価証券の少なくとも2つを選択する前記ステップは、  
前記複数の有価証券すべてを選択するステップ  
を含み、前記複数の有価証券の前記少なくとも2つに対するベストオブオプションを形成 10  
する前記ステップは、  
前記複数の有価証券すべてに対するベストオブオプションを形成するステップ  
を含むことを特徴とする請求項23に記載のコンピュータ化システム。

【請求項25】

有価証券のポートフォリオに関連するリスクに対処するコンピュータ化システムであって  
、  
プロセッサおよびメモリを含むコンピュータサーバと、  
前記メモリに格納され、要求時に実行可能な実行可能ソフトウェアであって、前記サーバ  
とともに動作して前記システムに、  
前記有価証券のポートフォリオに対するバスケットオプションを形成させ、 20  
前記バスケットオプションにより前記有価証券のポートフォリオをヘッジさせ、  
前記複数の有価証券に対するベストオブオプションを形成させ、  
前記ベストオブオプションにより前記バスケットオプションをヘッジさせるソフトウェア  
と  
を備えることを特徴とするコンピュータ化システム。

【請求項26】

コンピュータ可読媒体に常駐するコンピュータ実行可能プログラムコードであって、前記  
コンピュータに、  
前記複数の有価証券の少なくとも2つを選択させ、  
前記複数の有価証券の前記少なくとも2つに対するベストオブオプションを形成させ、 30  
前記ベストオブオプションと前記バスケットオプションを組み合わせさせる  
命令を含むことを特徴とするプログラムコード。

【請求項27】

ネットワークアクセスデバイスと対話して、複数の有価証券を含むバスケットオプション  
に関連する相関リスクをヘッジする方法であって、  
通信ネットワークを介してサーバコンピュータとの対話を開始するステップと、  
前記有価証券のポートフォリオに対するバスケットオプションの形成に関連する情報を入  
力するステップと、  
前記サーバコンピュータに、前記バスケットオプションにより前記有価証券のポートフォ  
リオをヘッジさせるソフトウェアを実行するステップと、 40  
前記サーバコンピュータに、前記複数の有価証券に対するベストオブオプションを形成さ  
せるソフトウェアを実行するステップと、  
前記サーバコンピュータに、前記ベストオブオプションにより前記バスケットオプション  
をヘッジさせるソフトウェアを実行するステップと  
を含むことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

以下の本発明は、バスケットオプションに関し、より詳細にはバスケットオプションに関  
連するリスクをヘッジする方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

本出願は、2001年2月28日に出願された米国特許出願番号09/795,428の優先権を主張する。

## 【0003】

バスケットオプションとは、その収益（リターン）が、予め設定した原資産のバスケットの平均パフォーマンスに基づくオプションである。バスケットに含まれる原資産は、通貨、株式、あるいは商品を含む任意の有価証券のタイプでよい。バスケットオプションは、通例、1回の取引による複数の有価証券に関連するリスクに対応するために使用される。

## 【0004】

例えば、通貨のバスケットに対するコールオプションでは、オプションの買い手に、一般的な外貨（FX）レートか、別の予め定められた交換レートによる基準通貨との引き換えに、バスケットで指定された通貨を受け取る権利が与えられる。オプションの行使価格は、買い手の基準通貨で計算した、構成通貨の重み付けした価値に基づく。バスケットオプションを形成する際、買い手は、オプションの満期、バスケットを構成する外貨の額、および基準通貨の単位で表した行使価格を取り決めることができる。オプションの期日に達した時に、現金取引市場における構成通貨の総価値がバスケットオプションの行使価格よりも小さい場合、そのオプションはコールに対して無価値な状態で満了する。これに対して、構成通貨の総価値が行使価格よりも高い場合は、買い手はオプションを行使し、構成通貨すべてを事前に指定した基準通貨額（すなわちオプションの行使価格）と交換する。

## 【0005】

通例、個々の有価証券に対するオプションの価格設定は、ブラックショールズモデルなどのオプション価格設定モデルを使用して決定するが、バスケットオプションの価格は、バスケットの構成要素同士の相関関係にも依存する。具体的には、バスケットの構成要素の相関が大きくなるとバスケットオプションの価格が上がり、バスケットの構成要素同士の相関が小さくなるとバスケットオプションの価格が下がる。したがって、バスケットオプションの価格設定は、バスケットの構成要素間の相関に関連するリスク要因を含んでいる。

## 【0006】

バスケットオプションを売買する組織は、バスケットオプションに関連する相関のリスクを最少に抑えようとする。相関のリスクをヘッジする方法の1つは、そのバスケットオプションに含まれる相関ファクターと同じ相関ファクターに依存する別の取引を始めるものである。例えば、ある組織がS & P 500に含まれる株式に対するバスケットオプションを購入する場合は、Standard and Poors 指数に対するオプションを売買することによりそのバスケットオプションに関連する相関リスクがヘッジされる。

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

しかし、多くの事例では、特定のバスケットオプションに関連する相関リスクをヘッジするための取引を利用することができない。これは、一般にヘッジの目的で利用できる外貨のバスケットの売買はあるにしても少ないため、特に外貨証券を含むバスケットオプションの場合にそうである。バスケットオプションに関連する相関リスクを防ぐヘッジ取引が行えない場合、組織は、相関リスクをカバーするためにそのようなバスケットオプションを売買しても構わないプレミアムを引き上げるか、あるいはバスケットオプションの取引そのものを断念してしまう。

## 【0008】

したがって、バスケットオプションに関連する相関リスクをヘッジする方法を提供することが望ましい。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

10

20

30

40

50

本発明は、従来技術の欠点を克服することを対象とする。本発明では、複数の有価証券を含むバスケットオプションに関連する相関リスクをヘッジする方法。この方法は、初めに複数の有価証券のうち少なくとも2つを選択するステップと、次のステップで、その複数の有価証券のうち少なくとも2つの「ベストオブ」オプションを形成するステップを含む。ベストオブオプションをバスケットオプションと組み合わせて、バスケットオプションに関連する相関リスクをヘッジする。例示的实施形態では、複数の有価証券をすべて選択し、それら複数の有価証券すべてに対するベストオブオプションを形成する。

#### 【0010】

多くの異なるベストオブオプションを利用して、所与のバスケットの相関リスクをヘッジすることができる。ただし、一般に、有効なヘッジは、満了時におけるバスケットの予想価値を計算し、有効バスケットのボラティリティを計算し、そのバスケットオプションの有効デルタを計算し、ベストオブオプションの基礎となる個々のオプションごとの行使価格を計算することによって実現することができる。

#### 【0011】

本発明の方法では、バスケットオプションを購入した結果相関リスクが生じる場合、ベストオブオプションとバスケットオプションを組み合わせてバスケットオプションに関連する相関リスクをヘッジするステップは、ベストオブオプションを購入するステップを含む。ただし、バスケットオプションを売った結果相関リスクが生じる場合は、ベストオブオプションとバスケットオプションとを組み合わせてバスケットオプションに関連する相関リスクをヘッジするステップは、ベストオブオプションを売却するステップを含む。

#### 【0012】

例示的な実施形態では、バスケットオプションは、非限定的な例として外貨有価証券、株式、商品、および債券商品 (debt instrument) を含む任意のタイプの有価証券を含むことができる。

#### 【0013】

本発明は、有価証券のポートフォリオに関連するリスクに対処する方法も提供し、有価証券のポートフォリオのバスケットオプションを形成するステップと、そのバスケットオプションで有価証券のポートフォリオをヘッジするステップとを含む。次いで、複数の有価証券のベストオブオプションを形成する。そしてそのベストオブオプションによりバスケットオプションをヘッジする。

#### 【0014】

例示的实施形態では、バスケットオプションは、バスケットプットオプションであり、バスケットオプションで有価証券のポートフォリオをヘッジするステップは、バスケットプットオプションを購入するステップを含む。別の例示的实施形態では、バスケットオプションはバスケットコールオプションであり、バスケットオプションで有価証券のポートフォリオをヘッジするステップは、バスケットコールオプションを購入するステップを含む。

#### 【0015】

さらに別の例示的实施形態では、ベストオブオプションでバスケットオプションをヘッジするステップは、ベストオブオプションを購入するステップおよび／またはベストオブオプションを売却するステップを含む。

#### 【0016】

そして、有価証券のポートフォリオは、非限定的な例として外貨有価証券、株式、商品、および債券商品を含む任意のタイプの有価証券を含むことができる。

#### 【0017】

したがって、バスケットオプションに関連する相関リスクをヘッジする方法が提供される。したがって、本発明は、以下の詳細な開示で例示する構造の特徴、要素の組み合わせおよび部分の配置を備え、本発明の範囲は特許請求の範囲で示す。本発明の他の特徴および利点は、説明、図面、および特許請求の範囲から明らかになる。

#### 【0018】

10

20

30

40

50

本発明をより完全に理解するために、添付図面と合わせて以下の説明を参照する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

次いで図1を参照すると、本発明のヘッジ方法を実施するために従うことができるステップをフローチャートで示している。上述のように、バスケットオプションは通例、市場の特定のポジションに関連するリスクをヘッジするために使用される。例えば、投資家が外貨有価証券を含むポジションを有する場合、その投資家は、金融機関に、自身の外貨ポジションをヘッジするための補足的な取引を始めるように指示することができる。金融機関は、投資家の外貨ポジションに含まれる特定のエクスポージャの記述を受け取る101。例えば、ある外貨ポジションは、所得の流れを英国ポンド、日本円、およびメキシコペソで含むことができる。

10

【0020】

例えば米国ドルなどの基準通貨についてのあるポジションに含まれる通貨の変動に関連するリスクをヘッジするために、クライアントのポジションに含まれる外貨有価証券から構成されるバスケットオプションを周知の技術に従って形成する102。例えば、英国ポンド、日本円、およびメキシコペソにおけるクライアントのポジションをヘッジするには、バスケットオプションは、周知のヘッジ技術を使用し、クライアントのリスク選択に基づいて行使価格および満了日を選択したそれらの通貨に関するオプションを含むことになる。

。

【0021】

このバスケットオプションを使用して、クライアントのポートフォリオに含まれるリスクをヘッジする103。例えば、クライアントが英国ポンド、日本円、およびメキシコペソについて買い持ち状態である場合、金融機関は、それらの通貨の価値が下がった場合にクライアントのポジションをヘッジするそれらの通貨を含むバスケットオプションを売却する。同様に、クライアントがそれらの通貨について売り持ち状態である場合は、金融機関は、それらの通貨の価値が上がった場合にクライアントのリスクをヘッジするバスケットコールオプションをクライアントに売却する。また、当分野でよく知られるように、このバスケットオプションヘッジは、クライアントのポートフォリオが、買い持ちポジションと売り持ちポジションの両方を含む場合にも適用することができる。

20

【0022】

バスケットオプションに関連する相関リスクをヘッジするために、バスケットオプションに含まれる構成要素を含むベストオブオプションを形成する104。例えば、バスケットオプションの構成要素が、英国ポンド、日本円、およびメキシコペソである場合、ベストオブ（コール）オプションは、そのオプションの所有者に、それら通貨のうちそのオプションの満了日において最も上がった通貨を買う権利を与える。

30

【0023】

ベストオブオプションを形成すると、そのベストオブオプションをバスケットオプションに「組み合わせる」ことにより、バスケットオプションに関連する相関リスクをヘッジする105。例えば、クライアントが特定のポートフォリオをヘッジするバスケットオプションを金融機関から買った場合、金融機関は、そのバスケットオプションに含まれる相関リスクに対するヘッジとして、それに対応するベストオブオプションをクライアントに売却する。

40

【0024】

次いで図2を参照すると、行使価格および期限を含むベストオブオプションを形成するステップのフローチャートを示している。多くの異なるベストオブオプションを使用して、所与のバスケットの相関リスクをヘッジすることができる。有効なヘッジを作成する好ましい方法は、満了時におけるバスケットの予想価値を計算すること201を含み、この予想価値は、バスケット満了時まで市場で売買される先物の重み付けした合計とすることができる。

【0025】

50

さらに、有効バスケットのボラティリティを計算する202。有効バスケットのボラティリティを計算する方法の1つは、オプションの満了時におけるバスケット価値の確率分布の第1および第2の積率を計算し、それら2つの積率に対数正規分布を一致させることを含む。この対数正規分布の分散を満了までの時間で割ると、その値の平方根が有効バスケットのボラティリティになる。

#### 【0026】

予想されるバスケット価値に設定した先物価格の組、および有効バスケットのボラティリティに設定したボラティリティの組と共に、標準的なブラックショールズのオプション価格設定公式を使用して、バスケットオプションの有効デルタを計算することができる203。

10

#### 【0027】

個々のオプションのデルタをそのバスケットオプションについて計算された有効デルタに一致させることにより、ベストオブオプションの基礎となる個々のオプションの行使価格を計算することができる204。個々のオプションの数量は、そのバスケットオプション中の原資産の数量に一致するように設定しなければならない。

#### 【0028】

次いで図3aを参照すると、あるバスケットオプションの価値のグラフを示している。バスケットオプションの価値は、そのバスケットオプションの構成要素間の相関の関数としての、オプションの構成要素間の相関の関数である。図3aに示すように、このバスケットオプションの価値は、バスケットの構成要素が100%非相関であるときに最小になり、バスケットの構成要素が100%相関する場合に最大価値に達する。このようにバスケットオプションの価値はバスケットの構成要素間の相関に依存するので、バスケットオプションは相関のリスクを呈する。

20

#### 【0029】

図3aの例では、at-the-money-forward (ATMF) のバスケットオプション（すなわちバスケットオプションの行使価格がその満了時におけるバスケットの予想価値に等しい）の価値を、バスケットに含まれる2つの資産の相関の関数として示している。この例では、第1の資産のバスケットオプションの満了時までの先物価格は100ドルであり、ボラティリティは40%である。第2の資産は、先物価格が50ドル、ボラティリティが60%である。

30

#### 【0030】

グラフ中の相関は、2つの価格における日ごとの収益の相関に対応する。このバスケットは、1単位の第1の資産と2単位の第2の資産を含んでいる。その行使価格は200ドルに等しく、これがこのバスケットの予想価値である（1×資産1の先物+2×資産2の先物）。

#### 【0031】

次いで図3bを参照すると、ベストオブオプションの構成要素間の相関の関数としての、ベストオブオプションの価値のグラフを示している。図示のように、ベストオブオプションの構成通貨が100%非相関にある場合にベストオブオプションの価値が最大価値になる。構成要素が100%非相関にあるときにベストオブオプションの価値が最大になる理由は、第1の資産の価値が満了時に下がっている場合には、非相関にある2の資産の価値がそれに対応して増しているためである。同様に、第2の資産の価値が下がった場合は、非相関にある第1の資産の価値が上がっている。したがって、ベストオブオプションの価値は、オプションの構成要素が100%非相関にあるときに最大になり、ベストオブオプションの所有者は、オプションの満了時にオプションの構成要素の1つに価値があることを前提とすることができる。

40

#### 【0032】

これに対して、ベストオブオプションの構成要素が100%相関する場合は、第1の資産および第2の資産がいずれも上がるか、または下がる。したがって、ベストオブオプションの所有者は、オプションで表される最良の構成要素を選択する際に利益がなく、したが

50



ってそのベストオブオプションの価値はゼロになる。さらに、ベストオブオプションの構成要素が互いに相関しない（0%の相関）である場合、そのベストオブオプションの価値は、オプション構成要素のいずれかが満了日までに上がるかどうかによって依存する。図3aと図3bとを比較すると、相関の関数としてのベストオブオプションの価値は、相関の関数としてのバスケットオプションの価値の鏡像になっており、このためベストオブオプションを利用してバスケットオプションに関連する相関のリスクをほぼヘッジできることが分かる。

### 【0033】

例示的な一実施形態では、あるバスケットオプションの相関リスクをヘッジするように形成したベストオブオプションは、ヘッジするバスケットオプションに含まれる構成要素をすべて含む。したがって、例えばバスケットオプションが5種の通貨を含む場合、ベストオブオプションもそれらの通貨を含む。

### 【0034】

あるいは、ベストオブオプションは、バスケットオプションに含まれる通貨の一部だけを含んでもよい。ただし、この代替実施形態では、ベストオブオプションに含まれる構成要素に関連する相関リスクしかヘッジされない。

### 【0035】

ここで再度図3bを参照すると、図の例では、バスケット中の2資産の相関間の関数としての、ATMFオプションのセットに対するベストオブオプションの価格（すなわち、個々のオプションの行使価格と、満了時におけるその原資産の予想価値が等しい）。

### 【0036】

第1の資産は、ベストオブオプションの満了時までの先物価格が100ドル、ボラティリティが40%である。第2の資産の先物価格は50ドル、ボラティリティは60%である。グラフの相関は、2つの価格の日ごとの収益の相関に対応している。ベストオブオプションは、1単位の第1の資産のオプション、および2単位の第2の資産のオプションに対するオプションである。

### 【0037】

図3aと図3bの比較から、バスケットオプション構成要素の相関の関数としてのバスケットオプションの価値の変化（図3b）は、最善の構成要素の相関の関数としてのベストオブオプションの価値の変化（図3a）のほぼ逆であることが分かる。したがって、バスケットオプションとそれに対応するベストオブオプションとの組み合わせの相関の関数としての価値の変化は、ほぼゼロになる。クライアントが、バスケットオプションとそれに対応するベストオブオプションの両方を所有する場合、バスケットオプションの構成要素間の相関の結果生じるクライアントの総リスクは大きく低減する。通例はいくらかの最小限のリスクが残り、例えば図の例では、バスケットの価格は16ドルから38ドルの範囲にわたり、ヘッジは71ドルから79ドルまでの範囲にわたるに過ぎない。相関のリスクは、およそ  $(79 - 71) / (38 - 16)$  すなわち0.36だけ下がる。

### 【0038】

次いで図3cを参照すると、バスケットオプションに1.4単位のベストオブオプションを足したポートフォリオの価値を、バスケットの2資産の相関間の関数としてグラフに表している。使用するベストオブオプションの数量は、バスケットオプションに対し、可能な限り最適な汎用相関ヘッジを作成することによって決定した。これは適度に有効な汎用ヘッジであり、バスケットオプションの価値は様々な相関にわたって22ドルの幅で変動し、ヘッジされるポートフォリオの価値は7ドルしか変動しない。

### 【0039】

図3dのグラフは、バスケットオプションに3単位のベストオブオプションを足したポートフォリオの価値を、バスケットの2資産の相関の関数として示す。使用するベストオブオプションの数量は、相関が-50%に近い最適な局所的相関ヘッジを作成することによって決定した。-50%に近い相関では、相関が過度に変化するとヘッジが有効に働かなくなるが、ヘッジされるポートフォリオの価値は相関の動きの影響をかなり受けなくなる

10

20

30

40

50

。

#### 【0040】

このヘッジは、2つの資産の相関が歴史的に $-50\%$ 近くはかなり安定している市場で使うことができる。これは良好な汎用ヘッジではないものの、優れた局所ヘッジであり、安定した市場では重要性が増す。

#### 【0041】

最適なヘッジは、デリバティブの基盤となる市場など、取引の状況によって異なりうる。例えば、バスケットの資産間の相関が比較的安定している場合、相関のヘッジは、現在の相関の近くでのみ有効であればよい。相関が不安定になることが予測される場合、相関のヘッジは、恐らくは特定の相関値におけるヘッジの効果を犠牲にして、広範囲の相関値にわたって良好なヘッジである必要がある。組み合わせたポートフォリオの価格をグラフで示す図3cおよび3dは、この効果を示している。

10

#### 【0042】

図3cに、1.4単位のベストオブオプションを使用したバスケットオプションのための良好な汎用的な相関ヘッジを示す。このヘッジが良好なのは、相関の関数としてのポートフォリオ価値の範囲を最小にするためである。これは、Brentの最小化など標準的な数値の最小化法を使用して決定することができる。この汎用ヘッジは、相関の真の価値を測ることが難しいか、十分に理解されていないか、真の価値が時間の経過に伴って大きく変動する市場で使用される。

#### 【0043】

図3dに、3単位のベストオブオプションを使用した良好な局所相関ヘッジを示す。これは、相関が $-50\%$ に近い場合のヘッジとしては非常に有効であるが、正の相関の汎用ヘッジとしてはそれほど有効でない。このヘッジは、資産価格の相関が、歴史的に $-50\%$ 近くに非常に安定している市場で使うことができる。ベストオブオプションの数量は、価格対相関の関数の傾きを所望の相関でゼロにすることによって決定することができる。これは、Brentのルートファインディングなどの標準的な数値のルートファインディングにより得ることができる。

20

#### 【0044】

さらに、金融機関は、クライアントにバスケットオプションとベストオブオプションの両方を売っているので、そのバスケットオプションにおける売り持ちポジションに関連する金融機関の相関リスクが、対応するベストオブオプションの売り持ちポジションによってヘッジされる。あるいは、金融機関は、バスケットオプションを購入したクライアントにベストオブオプションを売却する代わりに、第3者の相関リスクをヘッジするためにベストオブオプションを第3者に売却することもできる。ただし、その場合は、バスケットオプションに関連するクライアントの相関リスクはヘッジされないままになる。

30

#### 【0045】

バスケットオプションに関連する相関リスクをヘッジするには、対応する「ベストオブ」オプションをバスケットオプションと組み合わせることに気づかれよう。そのため、特定のポートフォリオがあるバスケットオプションについて買い持ち状態である場合、そのバスケットオプションに関連する相関リスクは、対応するベストオブポートフォリオが買い持ち状態であることによってヘッジされる。同様に、ポートフォリオがあるバスケットオプションについて売り持ちの状態である場合には、そのバスケットオプションに関連する相関リスクは、対応するベストオブポートフォリオが売り持ち状態であることによってヘッジされる。ただし、相関リスクをヘッジするために、ヘッジに使用するベストオブオプションがコールのベストオブオプションであるか、プットのベストオブオプションであるかは問題ではない。これは、コールのベストオブオプションとプットのベストオブオプションは、相関に関する感受性が同じであるためである。

40

#### 【0046】

次いで図4を参照すると、バスケットオプションヘッジングの本発明の別の態様は、上述の方法に関連するステップを行うためのコンピュータ化されたバスケットオプションヘッ

50

ジングシステム400を含む。このコンピュータシステムは、実行可能なソフトウェアに含まれる命令を行うこと、および／またはユーザ入力にตอบสนองすることが可能なプロセッサ401を含むことができる。ユーザ入力は、キーボード403、マウス404などの入力装置、または音声起動またはポインティングデバイスなどの他の入力装置を通じて受け付けることができる。表示装置402を利用して、プロセッサ401によって処理された情報を表示することができる。ストレージ405またはランダムアクセスメモリ(RAM)、読み取り専用メモリ(ROM)、あるいはフラッシュカードなどの他のメモリを利用して、ソフトウェアおよび／またはデータを格納することができる。格納されたソフトウェアは、プロセッサとともに動作して所望の動作を行うことができる。プロセッサへの入力は、市場データ406、およびオプションの詳細、デリバティブの説明、原資産、オプションの価格設定公式、またはその他の所望の情報を含む入力パラメータ407も含むことができる。

#### 【0047】

ユーザは、通信ネットワークを利用してプロセッサ401にアクセスすることもできる。通例、ネットワークアクセスデバイスでソフトウェアが実行され、直接プロセッサにアクセスする操作者と同じ機能を実行する。クライアントソフトウェアは、Netscape NavigatorやMicrosoft Internet Explorerなどの汎用的なハイパーテキストマークアップ言語(HTML)ブラウザ(「ウェブブラウザ」)を含むことができる。クライアントソフトウェアは、独自開発のブラウザおよび／またはその他のホストアクセスソフトウェアでもよい。場合によっては、Java(登録商標)プログラムなどの実行可能プログラムをプロセッサ401からクライアントコンピュータにダウンロードし、バスケットオプションヘッジングシステムソフトウェアの一部として、クライアントのネットワークアクセスデバイスまたはコンピュータで実行することができる。他の実装は、CD-ROMなどのコンピュータ可読媒体からインストールした独自開発のソフトウェアを含む。したがって、本発明は、デジタル電子回路、コンピュータハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア、またはそれらの組み合わせに実装することができる。本発明の装置は、プログラム可能プロセッサによる実行のために機械可読記憶装置に実体的に具現化されたコンピュータプログラム製品に実装することができ、本発明の方法ステップは、入力データに作用し、出力を生成することにより、本発明の機能を実行する命令のプログラムを実行するプログラム可能プロセッサによって実行することができる。

#### 【0048】

次いで図5を参照すると、独自のバスケットオプションヘッジングインタフェース500を利用して、ユーザがバスケットオプションヘッジングシステム400と対話することを可能にする。バスケットオプションヘッジングインタフェース500は、表示装置402に表示されるグラフィカルユーザインタフェース(GUI)を含むことができる。インタフェース500の一部は、バスケット／ベストオブヘッジに関連するグラフのグラフィック表現を表示する領域501を含むことができる。他の領域には、バスケットに含まれる個々のオプションを表示する領域502、満了時におけるバスケットの予想価値を表示する領域503、有効バスケットのボラティリティを表示する領域503、バスケットオプションの原資産の数量に一致するように設定された個々のオプションの数量を表示する領域504、およびここに記載する方法に関連する他の機能を表示する領域を含むことができる。

#### 【0049】

上記の説明は、通貨に対するバスケットオプションの相関リスクをヘッジすることに関するが、当業者の一人には、非限定的な例として株式、商品、および債券商品を含む任意の他タイプの証券に対するバスケットオプションの相関リスクをヘッジするために本発明を適用することは明らかであろう。

#### 【0050】

したがって、上述の説明から明らかになる目的の中でも特に前述の目的が効率的に達成さ

10

20

30

40

50

れることが理解され、また本発明の精神および範囲から逸脱することなく、上述のプロセスの実行、ここに記載した製品、および構造に特定の変更を加えることができることから、上記の説明および添付図面に示すすべての事柄は、限定的ではなく例示的な意味で解釈するものとする。

【0051】

また、添付の特許請求の範囲は、ここに開示する本発明の一般적および特定のすべての特徴、および言葉の点からそれらの間に該当すると解釈するであろう本発明の範囲についてのすべての記述を包含することも理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】本発明のヘッジ方法のフローチャートである。

【図2】ベストオブオプションを形成するために従うことができるステップのフローチャートである。

【図3a】バスケットオプションの構成要素間の相関の関数としてのバスケットオプションの価値を示すグラフである。

【図3b】ベストオブオプションの構成要素間の相関の関数としてのベストオブオプションの価値を示すグラフである。

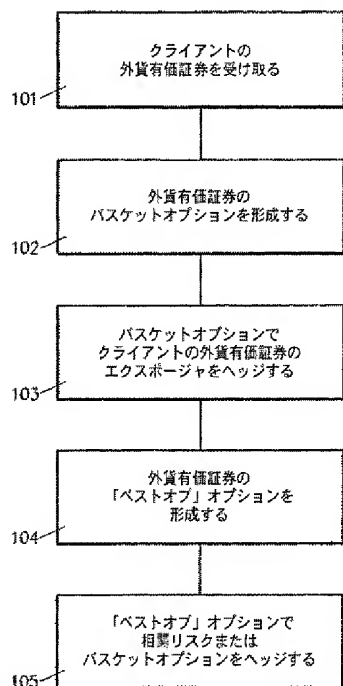
【図3c】バスケットオプションに1.4単位のat-the-money-forwardベストオブオプションを足した場合の価格対相関のグラフである。

【図3d】バスケットオプションに3単位のat-the-money-forwardベストオブオプションを足した場合の価格対相関のグラフである。

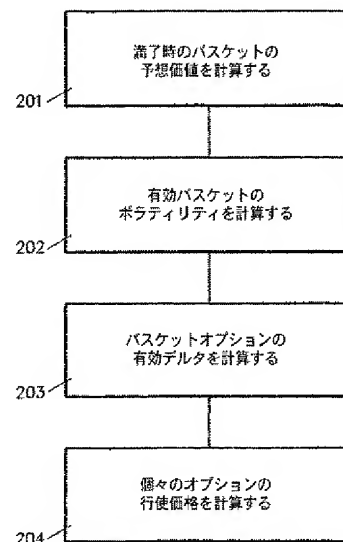
【図4】本発明を実施するコンピュータシステムの図である。

【図5】本発明を実施するための例示的インタフェースの図である。

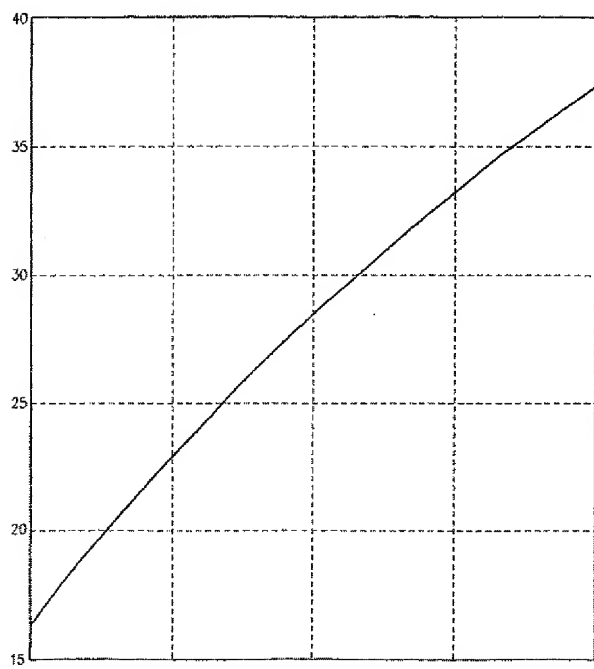
【図1】



【図2】

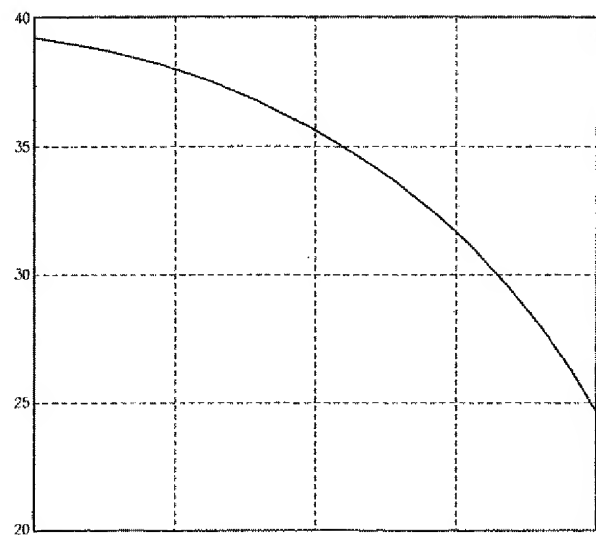


【図 3 a】



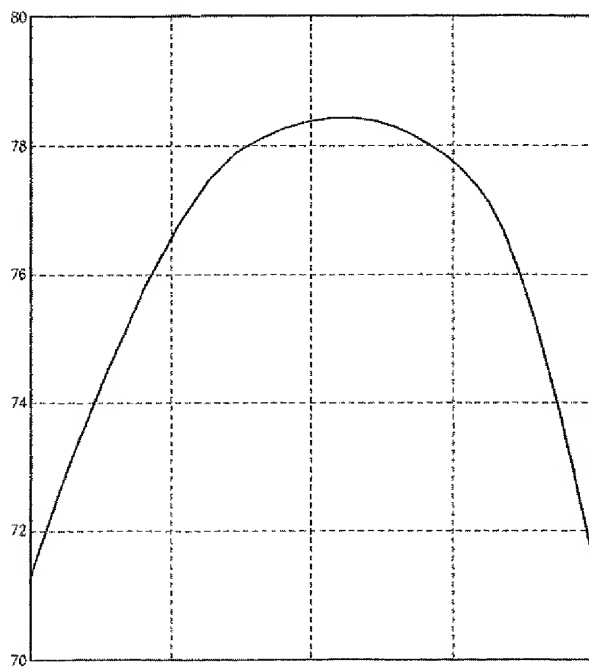
ATMFバスケット価格対相関

【図 3 b】

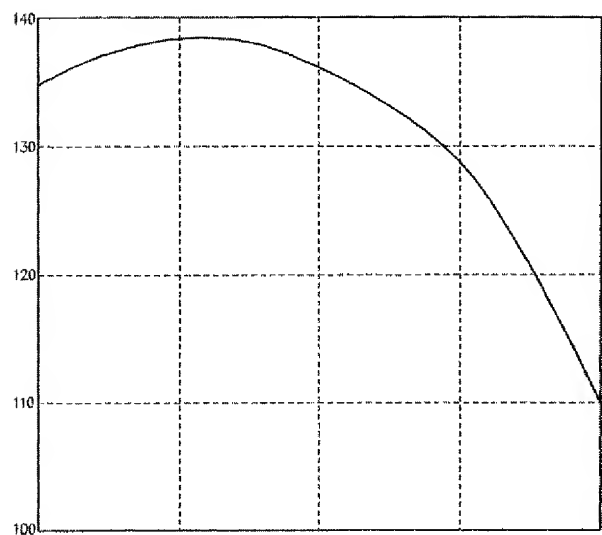


ATMFベストオプションの価格対相関

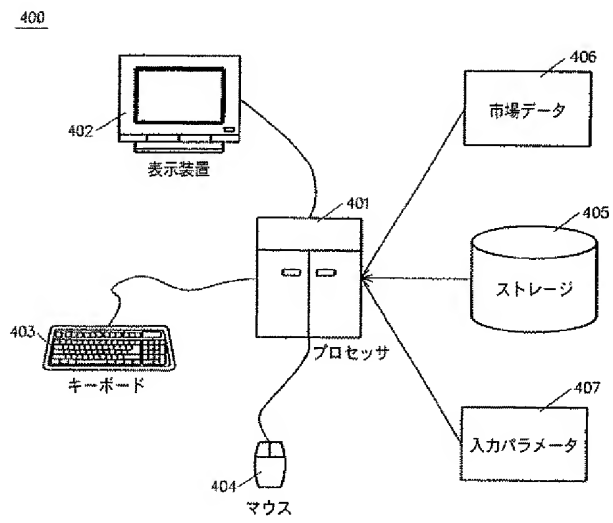
【図 3 c】

バスケットオプション+1.4単位の  
ATMFベストオプションの価格対相関

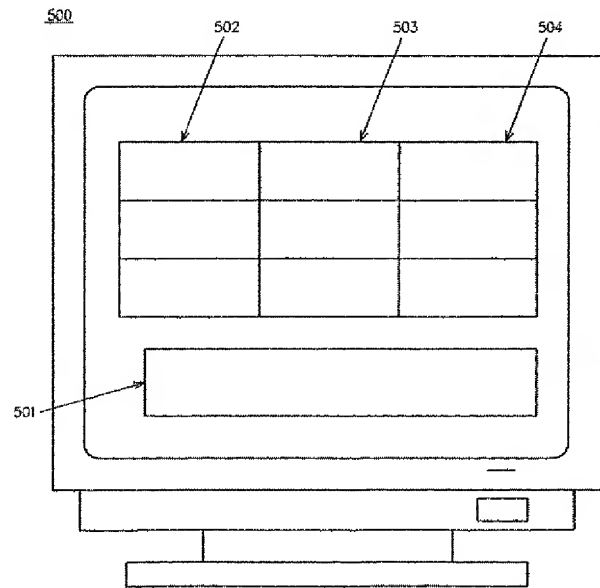
【図 3 d】

バスケットオプション+3単位の  
ATMFベストオプションの価格対相関

【図 4】



【図 5】



## 【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau(43) International Publication Date  
6 September 2002 (06.09.2002)

PCT

(10) International Publication Number  
WO 02/069109 A2

(51) International Patent Classification: G06F

(21) International Application Number: PCT/US02/03594

(22) International Filing Date: 28 February 2002 (28.02.2002)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:  
09/795,428 28 February 2001 (28.02.2001) US(71) Applicant: GOLDMAN, SACHS & CO. (US/US); One  
New York Plaza, New York, NY 10004 (US).(81) Designated States (automatic): AE, AG, AI, AM, AT, AU,  
AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU,  
CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,  
GM, GR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,  
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,  
MX, MY, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG,  
SI, SK, SL, TH, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN,  
YU, ZA, ZM, ZW.(84) Designated States (regional): ARIPO patent: GH, GM,  
KE, LS, MW, MY, SD, SI, SZ, TZ, UG, ZM, ZW);  
Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM);  
European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR,  
GB, GR, IE, IT, LI, LU, NL, PT, SE, SI, TR); OAPI patent:  
(BF, BJ, CI, CG, CM, GN, GU, GW, ML, MR,  
NI, SN, TD, TG).Published:  
without international search report and to be republished  
upon receipt of that report(72) Inventor: JING GINS, Mark; Apt. 3D, 45 West 60th  
Street, New York, NY 10023 (US)(74) Agent: FELLER, Mitchell, S., Clifford C. Faroo Rogers &  
Wells LLP, 200 Park Avenue, New York, NY 10166 (US).For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guid-  
ance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the begin-  
ning of each regular issue of the PCT Gazette.

WO 02/069109 A2

(84) Title: BASKET OPTION HEDGING METHOD

(57) Abstract: A method and system for hedging a correlation risk associated with a basket option that includes a plurality of securities that includes the step of selecting at least two of the plurality of securities and, in the next step, forming a best-of option for the at least two of the plurality of securities. Finally, the best-of option is combined with the basket option to hedge the correlation risk associated with the basket option.

WO 02/069109

PCT/US02/05094

**BASKET OPTION HEDGING METHOD****CROSS REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS**

This application claims priority to U.S. patent application number 09/795,428 filed February 28, 2001.

**BACKGROUND**

The following invention relates to basket options and, in particular, to a method for hedging risks associated with basket options.

Basket options are options whose return is based upon the average performance of a pre-set basket of underlying assets. The underlying assets contained in the basket may be of any security type including currencies, equities or commodities. Basket options are typically used to manage the risk associated with a number of securities with a single transaction.

For example, a call option on a basket of currencies gives a buyer of the option the right to receive the currencies designated in the basket in exchange for a base currency either at a prevailing Foreign Exchange (FX) rate or another prearranged rate of exchange. The strike price of the option is based on the weighted value of the component currencies, calculated in the buyer's base currency. In forming the basket option, the buyer may stipulate the maturity of the option, the foreign currency amounts which make up the basket, and the strike price which is expressed in units of the base currency. At option expiration, if the total value of the component currencies in the spot market is less than the strike price of the basket option, then the option expires worthless for calls. If, however, the total value of the component currencies is more than the strike price, the buyer would exercise the option and exchange all of the component currencies for the pre-specified amount of base currency (i.e. the strike price of the option).

While the pricing of an option on an individual security is typically determined using an options pricing model, such as the Black-Scholes model, the price of a basket option also



WO 02/069109

PCT/US02/05994

depends on the correlation between the components in the basket. In particular, as the correlation between the basket components increases, the price of the basket option increases, while if the correlation between the basket components decreases, the price of the basket option decreases. The pricing of a basket option therefore includes a risk factor associated with the correlation between the components in the basket.

Institutions that trade basket options look to minimize the correlation risk associated with the basket options. One way to hedge the correlation risk is to enter into another transaction that depends on the same correlation factors included in the basket option. For example, if an institution buys a basket option on the stocks that are included in the S&P 500 then trading options on the Standard and Poor's Index would hedge the correlation risk associated with the basket option.

In many instances, however, a transaction for hedging the correlation risk associated with a particular basket option is unavailable. This is especially the case for basket options including foreign exchanges instruments because there are typically few, if any, FX baskets traded that can be used for hedging purposes. Without a hedging transaction to protect against the correlation risk associated with basket options, institutions either increase the premium for which they are willing to trade such basket options to cover the correlation risk or are deterred from trading basket options altogether.

Accordingly, it is desirable to provide a method for hedging the correlation risk associated with basket options.

#### SUMMARY OF THE INVENTION

The present invention is directed to overcoming the drawbacks of the prior art. Under the present invention a method for hedging a correlation risk associated with a basket option that includes a plurality of securities. The method includes the step of initially selecting at least two of the plurality of securities and, in the next step, forming a "best-of" option for the

WO 02/069109

PCT/US02/05994

at least two of the plurality of securities. The best-of option is combined with the basket option to hedge the correlation risk associated with the basket option. In an exemplary embodiment, all of the plurality of securities are selected and the best-of option is formed for all of the plurality of securities.

Many different best-of options can be utilized to hedge a correlation risk of a given basket. However, in general, an effective hedge can be accomplished by calculating an expected value of a basket on expiration, calculating the effective basket volatility, calculating the effective Delta of the basket option, and calculating strikes for each individual option underlying the best-of option.

Under the method of the present invention, when the correlation risk results from purchasing the basket option, the step of combining the best-of option with the basket option to hedge the correlation risk associated with the basket option includes the step of purchasing the best-of option. When, however, the correlation risk results from selling the basket option, the step of combining the best-of option with the basket option to hedge the correlation risk associated with the basket option includes the step of selling the best-of option.

In an exemplary embodiment, the basket option may include any type of securities including, by way of non-limiting example, FX securities, equities, commodities and debt instruments.

The present invention also provides a method for managing risk associated with a portfolio of securities and includes the steps of forming a basket option for the portfolio of securities and hedging the portfolio of securities with the basket option. Next, a best-of option for the plurality of securities is formed. Finally, the basket option is hedged with the best-of option.

In an exemplary embodiment the basket option is a basket put option and step of hedging the portfolio of securities with the basket option includes the step of purchasing the

WO 02/069109

PCT/US02/05994

basket put option. In another exemplary embodiment, the basket option is a basket call option and step of hedging the portfolio of securities with the basket option includes the step of purchasing the basket call option.

In yet another exemplary embodiment, the step of hedging the basket option with the best-of option includes the step of purchasing the best-of option and/or the step of selling the best-of option.

Finally, in the portfolio of securities may include any type of securities including, by way of non-limiting example, FX securities, equities, commodities and debt instruments.

Accordingly, a method is provided for hedging the correlation risk associated with basket options. The invention accordingly comprises the features of construction, combination of elements and arrangement of parts that will be exemplified in the following detailed disclosure, and the scope of the invention will be indicated in the claims. Other features and advantages of the invention will be apparent from the description, the drawings and the claims.

#### **DESCRIPTION OF THE DRAWINGS**

For a fuller understanding of the invention, reference is made to the following description taken in conjunction with the accompanying drawings.

Fig. 1 is a flowchart of the hedging method of the present invention.

Fig. 2 is a flowchart of steps that can be taken to form a best-of option.

Fig. 3a is a plot of the value of a basket option as a function of the correlation between the basket option components.

Fig. 3b is a plot of the value of a best-of option as a function of the correlation between the best-of option components.

Fig. 3c is a plot of Price of Basket plus 1.4 at-the-money-forward Best-Of versus correlation.

WO 02/069109

PCT/US02/05994

Fig. 3d is a plot of Price of Basket plus 3 at-the-money-forward Best-Of versus correlation.

Fig. 4 is a computerized system for implementing the present invention.

Fig. 5 is an exemplary interface for implementing the present invention.

#### **DETAILED DESCRIPTION**

Referring now to Fig. 1, a flowchart illustrates steps that can be followed to practice the hedging method of the present invention. As described above, basket options are typically used to hedge a risk associated with a particular position in market. For example, if an investor has a position that includes FX securities, then the investor can instruct a financial institution to enter the investor into a complementary transaction to hedge the investor's FX position. The financial institution receives a description of the specific exposures contained in the investor's FX position 101. For example, an FX position may include an income stream in British pounds, Japanese yen and Mexican pesos.

To hedge the risk associated with the fluctuation of currencies included in a position, with respect to a base currency, e.g., US dollars, a basket option that consists of the FX securities that are included in client's position 102 is formed according to well-known techniques. For example, to hedge the client's position in British pounds, Japanese yen and Mexican pesos, a basket option will include options with respect to those currencies having a strike price and expiration date selected using known hedging techniques, and based upon the client's risk preferences.

The basket option is used to hedge the risk contained in client's portfolio 103. For example, if the client is long British pounds, Japanese yen and Mexican pesos, then the financial institution sells a basket put option containing these currencies that will hedge the client's position if the value of these currencies drop. Similarly, if the client was short these

WO 02/069109

PCT/US02/05994

currencies, then the financial institution sells to the client a basket call option to hedge the client's risk if the value of these currencies rise. In addition, the basket option hedge may be applied in cases where the client's portfolio includes both long and short positions, as is well-known in the art.

To hedge the correlation risk associated with the basket option, a best-of option is formed that includes the components included in the basket option 104. For example, if the components in the basket option are British pounds, Japanese yen and Mexican pesos, then a best-of (call) option provides the holder of the option the right to purchase any of the currencies that has increased the most as of the expiration date of the option.

Once the best-of option is formed, the correlation risk associated with the basket option is hedged by "combining" the best-of option to the basket option 105. For example, if the client has purchased from the financial institution a basket option to hedge a particular portfolio, the financial institution then sells the client the matching best-of option as a hedge against the correlation risk included in the basket option.

Referring now to Fig. 2, a flowchart of steps for forming a best-of option including a strike price and expiration is illustrated. Many different best-of options can be used to hedge the correlation risks of a given basket. A preferred method for creating an effective hedge includes calculating an expected value of the basket on expiration 201, which can be the weighted sum of the market-traded forwards to the basket expiration.

In addition, the effective basket volatility is calculated 202. One method of calculating the effective basket volatility includes calculating first and second moments of the probability distribution of the basket value on the option expiration and fitting a lognormal distribution to these two moments. The variance of this lognormal distribution is divided by the time to expiration, such that the square root of this value is the effective basket volatility.

WO 02/069109

PCT/US02/05994

Using standard Black-Scholes option pricing formulae, with the forward price set to the expected value of the basket and the volatility set to the effective basket volatility, the effective Delta of the basket option can then be calculated 203.

The strikes of each individual option underlying the best-of option can be calculated 204 by making each individual option's Delta match the effective Delta calculated for the basket option. The quantities of the individual options should be set to match the quantities of the underlying assets in the basket option.

Referring now to Fig. 3a, a plot of the value of a basket option is shown. The value of a basket option is a function of the correlation between the components of the option as a function of the correlation between the basket option components. As illustrated in Fig. 3a, the value of the basket option is minimal if the components in the basket are 100% anti-correlated and the value of the basket option reaches a maximum value if the basket components are 100% correlated. Thus, because the value of the basket option depends on the correlation between the basket components, a basket option presents a correlation risk.

In the example of Fig. 3a, the price of an at-the-money-forward (ATMF) basket option (i.e., the strike of the basket option equals the expected value of the basket on its expiration) is illustrated as a function of the correlation between the two assets in the basket. In this example, the first asset has a forward price to the basket option expiration of \$100 and a volatility of 40%. The second asset has a forward price of \$50 and a volatility of 60%.

The correlation in the plot corresponds to the correlation between day-to-day returns in the two prices. The basket contains one unit of the first asset and two units of the second asset. Its strike equals \$200, which is the expected value of the basket ( $1 \times \text{the forward of asset one} + 2 \times \text{the forward of asset two}$ ).

Referring now to Fig. 3b, a plot of the value of a best-of option as a function of the correlation between the best-of option components is shown. As illustrated, if the best-of

WO 02/069109

PCT/US02/05994

component currencies are 100% anti-correlated, then the value of the best-of option is at a maximum value. The reason the value of a best-of option is maximized when the components are 100% anti-correlated is that if the value of a first asset has decreased at expiration, then the value of a second asset that is anti-correlated has correspondingly increased. Similarly, if the value of second asset has decreased, then the value first asset that is anti-correlated has increased. Accordingly, the value of the best-of option is at its maximum when the option components are 100% anti-correlated and the holder of a best-of option can assume that at option expiration one of the option components will have value.

In contrast, if the components of the best-of option are 100% correlated, then the first asset and the second asset either increase or decrease. Thus, the best-of option holder has no benefit in selecting the best component represented in the option and therefore the value of the best-of option is zero. Additionally, if the best-of option components are not correlated to each other (0% correlation), then the value of the best-of option is dependent on whether any of the option components increases by the expiration date. Comparing Figs. 3a and 3b, it can be seen that the value of a best-of option as a function of correlation can be a mirror image of the value of the basket option as a function of correlation such that a best-of option can be utilized to approximately hedge the correlation risk associated with a basket option.

In one exemplary embodiment, a best-of option that is formed to hedge the correlation risk of a basket option includes all of the components included in the basket option that is to be hedged. So, for example, if the basket option includes five currencies, the best-of option will also include those currencies.

Alternatively, the best-of option may only include a portion of the currencies included in the basket option. However, in this alternative embodiment, only the correlation risk associated with the components included in the best-of option is hedged.

WO 02/069109

PCT/US02/05994

Referring now again to Fig. 3b, in the example illustrated, the price of a best-of option on a set of ATM options (i.e., the strike of each individual option equals the expected value of its underlying asset on its expiration) as a function of the correlation between the two assets in the basket.

The first asset has a forward price to the best-of option expiration of \$100 and a volatility of 40%. The second asset has a forward price of \$50 and a volatility of 60%. The correlation in the plot corresponds to the correlation between day-to-day returns in the two prices. The best-of option is an option on one unit of the first asset's option and two units of the second asset's option.

A comparison of Fig. 3a and Fig. 3b indicates that a change in value of the basket option as a function of correlation of the basket option components (Fig. 3b) is approximately the inverse of the change in value of the best-of option as a function of correlation of the best-of components (Fig. 3a). Therefore, a change in value as a function of correlation of the combination of the basket option and corresponding best-of option will be approximately zero. If a client owns both a basket option and a corresponding best-of option, the client's total risk as a result of the correlation between the basket option components are much reduced. Some minimal risk will typically remain, such as in the example illustrated wherein the basket prices range from \$16.00 to \$38.00 and the hedge only from \$71.00 to \$79.00. The correlating risk is reduced by approximately a factor of  $(79-71)/(38-16)$  or 0.36.

Referring now to Fig. 3c, a plot illustrates the value of a portfolio of a basket option plus 1.4 units of a best-of option, as a function of the correlation between the two assets in the basket. The quantity of the best-of option to use was determined by making as optimal a global correlation hedge as possible for the basket option. It is a reasonably effective global hedge: the value of the basket option varies by \$22 across different correlations; the value of the hedged portfolio only varies by \$7.



WO 02/069109

PCT/US02/05994

The plot of Fig. 3d shows the value of a portfolio of the basket option plus 3 units of the best-of option as a function of the correlation between the two assets in the basket. The quantity of the best-of option to use was determined by making an optimal local correlation hedge near correlation = -50%. Near -50% correlation, the value of the hedged portfolio is quite insensitive to moves in correlation, though if the correlation moves too far the hedge does not do well.

This hedge might be used in a market where the correlations between the two assets has historically been quite steady near -50%. While not a good global hedge, it is an excellent local hedge, which is more important in a stable market.

An optimal hedge can depend the circumstances of a deal, such as the markets underlying the derivatives. For example, if the correlations between assets in a basket are relatively stable, a correlation hedge only needs to be effective near the current correlations. If the correlations are expected to be unstable, the correlation hedge needs to be a good hedge across a wide range of correlation values, perhaps sacrificing the effectiveness of the hedge at any particular correlation value. Figs 3c and 3d showing plotted prices of the combined portfolios illustrate this effect.

Fig. 3c shows a good global correlation hedge for the basket option using 1.4 units of the best-of option, because it minimizes the range of portfolio value as a function of correlation. This can be determined using standard numerical minimization techniques such as Brent minimization. The global hedge would be used in markets where the true value of the correlation is either difficult to measure, poorly understood, or subject to much variation over time.

Fig. 3d shows a good local correlation hedge using 3 units of the best-of option. It is very effective as a hedge near a correlation of -50%, but is not as effective as the global hedge for positive correlations. This hedge might be used in a market where the correlation

WO 02/069109

PCT/US02/05994

between the asset prices has been very steady historically near -50%. The quantity of the best-of can be determined by forcing the slope of the price versus correlation function to be zero at a desired correlation. This can be obtained through standard numerical rootfinding techniques such as Brent rootfinding.

Furthermore, because the financial institution sold the client both the basket option and the best-of option, the financial institution's correlation risk associated with its short position in the basket option is hedged with its short position in the corresponding best-of option. Alternatively, instead of selling the best-of option to the client that purchased the basket option, the financial institution may sell the best-of option to a third-party to hedge its correlation risk. In this case, however, the client's correlation risk associated with the basket option remains unhedged.

It can be noted that in order to hedge the correlation risk associated with a basket option, a corresponding "best-of" option is combined with the basket option. So if a particular portfolio is long a basket option, then the correlation risk associated with that basket option is hedged by being long the corresponding best-of portfolio. Similarly, if a portfolio is short a basket option, then the correlation risk associated with that basket option is hedged by being short the corresponding best-of portfolio. For hedging the correlation risk, however, it does not matter whether the best-of option used to hedge is a call or put best-of option because call and put best-of options have the same sensitivity with respect to correlation.

Referring now to Fig. 4, another aspect of the Basket Option Hedging invention includes a computerized Basket Option Hedging system 400 for performing steps associated with the method discussed above. The computerized system can include a processor 401 capable of performing instructions contained in executable software and/or being responsive to user input. User input can be accepted through user input devices such as a keyboard 403,

WO 02/069109

PCT/US02/05994

mouse 404 or other input device such as voice activation or pointing device. A display device 402 can be utilized to view information processed by the processor 401. A storage device 405 or other memory such as random access memory (RAM), read only memory (ROM) or a flash card can be utilized to store software and/or data. Stored software can be operative with the processor to perform desired actions. Input into the processor can also include market data 406 and input parameters 407 including option details, derivative descriptions, underlying assets, an option pricing formula or other desired information.

A user may also access processor 401 utilizing a communications network. Typically, software will be executed at a network access device and perform the same functionality as an operator directly accessing the processor. The client software may include a generic hypertext markup language (HTML) browser, such as Netscape Navigator or Microsoft Internet Explorer, (a "WEB browser"). The client software may also be a proprietary browser, and/or other host access software. In some cases, an executable program, such as a Java™ program, may be downloaded from the processor 401 to the client computer and executed at the client network access device or computer as part of the Basket Option Hedging system software. Other implementations include proprietary software installed from a computer readable medium, such as a CD ROM. The invention may therefore be implemented in digital electronic circuitry, computer hardware, firmware, software, or in combinations of the above. Apparatus of the invention may be implemented in a computer program product tangibly embodied in a machine-readable storage device for execution by a programmable processor; and method steps of the invention may be performed by a programmable processor executing a program of instructions to perform functions of the invention by operating on input data and generating output.

Referring now to Fig. 5, a unique Basket Option Hedging interface 500 can be utilized to allow a user to interact with the Basket Option Hedging system 400. The Basket Option

WO 02/069109

PCT/US02/05994

Hedging interface 500 can include a graphical user interface (GUI) displayed on the display device 402. Portions of the interface 500 can include an area for displaying graphical representations of plots associated with a basket/best-of hedge 501. Other areas can include an area for displaying individual options included a basket 502, an area displaying an expected value of a basket at expiration 503, an area displaying effective basket volatility 503, an area displaying the quantities of individual options set to match the quantities of underlying assets in the basket option 504, and areas for displaying other functionalities related to the method disclosed herein.

Although the description above related to hedging the correlation risk of basket options on currencies, it will be obvious to one of ordinary skill to apply the present invention to hedge the correlation risk of basket option on any other type of instrument including, by way of non-limiting example, equities, commodities, and debt instruments.

It will thus be seen that the objects set forth above, among those made apparent from the preceding description, are efficiently attained and, since certain changes may be made in carrying out the above process, in a described product, and in the construction set forth without departing from the spirit and scope of the invention, it is intended that all matter contained in the above description shown in the accompanying drawing shall be interpreted as illustrative and not in a limiting sense.

It is also to be understood that the following claims are intended to cover all of the generic and specific features of the invention herein described, and all statements of the scope of the invention, which, as a matter of language, might be said to fall therebetween.

WO 02/069109

PCT/US02/05994

CLAIMS

1. A method for hedging a correlation risk associated with a basket option, said basket option including a plurality of securities, the method comprising the steps of:  
selecting at least two of said plurality of securities;  
forming a best-of option for said at least two of said plurality of securities; and  
combining said best-of option with said basket option.
2. The method of claim 1, wherein the step of selecting at least two of said plurality of securities includes the step of:  
selecting all of said plurality of securities;  
and wherein the step of forming a best-of option for said at least two of said plurality of securities includes the step of:  
forming a best-of option for all of said plurality of securities.
3. The method of claim 1 wherein said risk results from purchasing said basket option and wherein the step of combining said best-of option with said basket option includes the step of:  
purchasing said best-of option.
4. The method of claim 1 wherein said risk results from selling said basket option and wherein the step of combining said best-of option with said basket option comprises the step of:  
selling said best-of option.
5. The method of claim 1, wherein said securities include foreign exchange securities.
6. The method of claim 1, wherein said securities include equities.
7. The method of claim 1, wherein said securities comprises commodities.
8. The method of claim 1, wherein said securities comprises debt instruments.

WO 02/069109

PCT/US02/05994

9. A method for hedging a correlation risk associated with purchasing a basket option, said basket option including a plurality of securities, the method comprising the step of:  
purchasing a best-of option comprising at least two of said plurality of securities.
10. The method of claim 9, wherein said best-of option includes all of said plurality of securities.
11. A method for hedging a correlation risk associated with selling a basket option, said basket option including a plurality of securities, the method comprising the step of:  
selling a best-of option including at least two of said plurality of securities.
12. The method of claim 11, wherein said best-of option includes all of said plurality of securities.
13. A method for managing risk associated with a portfolio of securities, comprising the steps of:  
forming a basket option for said portfolio of securities;  
hedging said portfolio of securities with said basket option;  
forming a best-of option for said plurality of securities; and  
hedging said basket option with said best-of option.
14. The method of claim 13, wherein said basket option is a basket put option and the step of hedging said portfolio of securities with said basket option includes the step of:  
purchasing said basket put option.
15. The method of claim 13, wherein said basket option is a basket call option and step of hedging said portfolio of securities with said basket option includes the step of:  
purchasing said basket call option.
16. The method of claim 13, wherein said step of hedging said basket option with said best-of option includes the step of;

WO 02/069109

PCT/US02/05994

- purchasing said best-of option.
17. The method of claim 13, wherein said step of hedging said basket option with said best-of option includes the step of:  
selling said best-of option.
  18. The method of claim 13, wherein said portfolio of securities includes foreign exchange securities.
  19. The method of claim 13, wherein said portfolio of securities includes equities.
  20. The method of claim 13, wherein said portfolio of securities includes commodities.
  21. The method of claim 13, wherein said portfolio of securities includes debt instruments.
  22. The method of claim 13 wherein the best-of option is formed by steps comprising:  
calculating an expected value of the basket upon expiration;  
calculating an effective basket volatility;  
calculating an effective delta of the basket option; and  
calculating strikes for each option included in the basket.
  23. A computerized system for hedging a correlation risk associated with a basket option, said basket option including a plurality of securities, the system comprising:  
a computer server comprising a processor and a memory; and  
executable software stored on the memory and executable on demand, the software operative with the server to cause the system to:  
select at least two of said plurality of securities;  
form a best-of option for said at least two of said plurality of securities; and  
combine said best-of option with said basket option.

WO 02/069109

PCT/US02/05994

24. The computerized system of claim 23 wherein the step of selecting at least two of said plurality of securities includes the step of:  
selecting all of said plurality of securities,  
and wherein the step of forming a best-of option for said at least two of said plurality of securities includes the step of:  
forming a best-of option for all of said plurality of securities.
25. A computerized system for managing risk associated with a portfolio of securities, the system comprising:  
a computer server comprising a processor and a memory; and  
executable software stored on the memory and executable on demand, the software operative with the server to cause the system to:  
form a basket option for said portfolio of securities;  
hedge said portfolio of securities with said basket option;  
form a best-of option for said plurality of securities; and  
hedge said basket option with said best-of option.
26. Computer executable program code residing on a computer-readable medium, the program code comprising instructions for causing the computer to:  
select at least two of said plurality of securities;  
form a best-of option for said at least two of said plurality of securities; and  
combine said best-of option with said basket option.



WO 02/069109

PCT/US02/05094

27. A method of interacting with a network access device so as to hedge a correlation risk associated with a basket option, said basket option including a plurality of securities, the method comprising the steps of:
- initiating interaction with a server computer via a communications network;
  - inputting information relating to formation of a basket option for said portfolio of securities;
  - executing software to cause the server computer to hedge said portfolio of securities with said basket option;
  - executing software to cause the server computer to form a best-of option for said plurality of securities; and
  - executing software to cause the server computer to hedge said basket option with said best-of option.

WO 02/069109

PCT/US02/05094

1/8

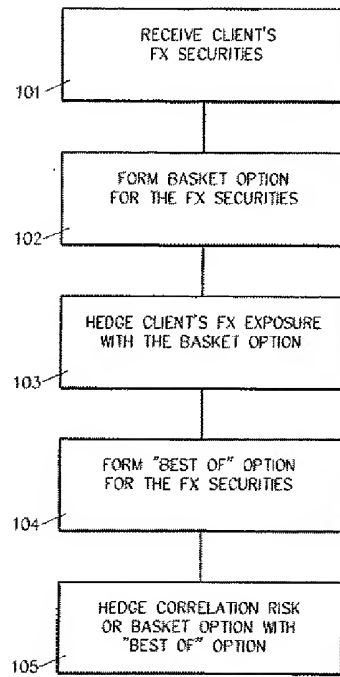


FIG. 1

WO 02/069109

PCT/US02/05094

2/8

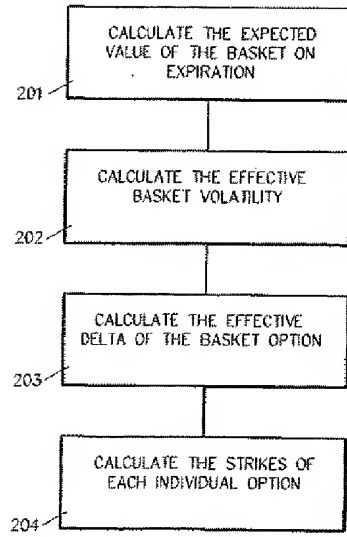
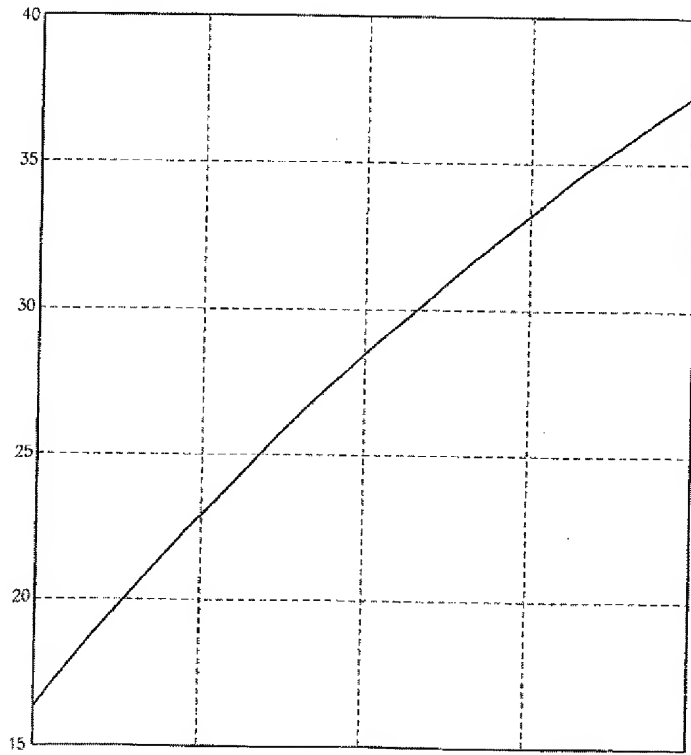


FIG. 2

WO 02/069109

PCT/US02/05094

3/8



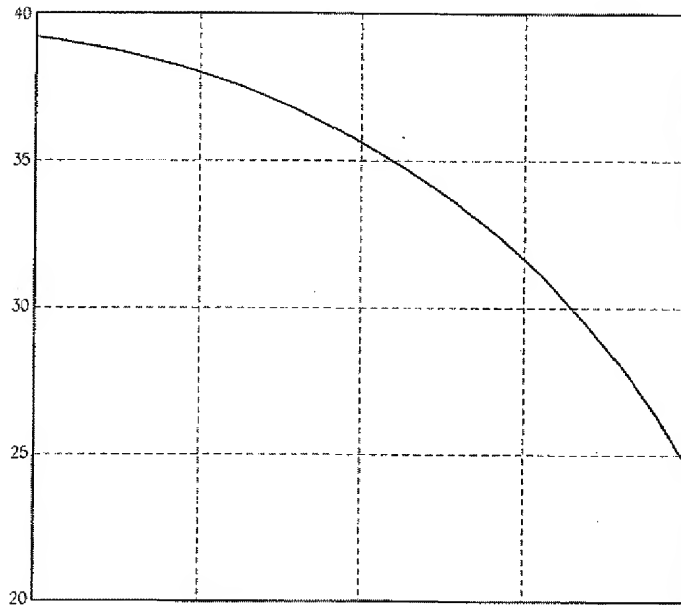
ATMF Basket Price vs Correlation

FIG. 3A

WO 02/069109

PCT/US02/05994

4/8



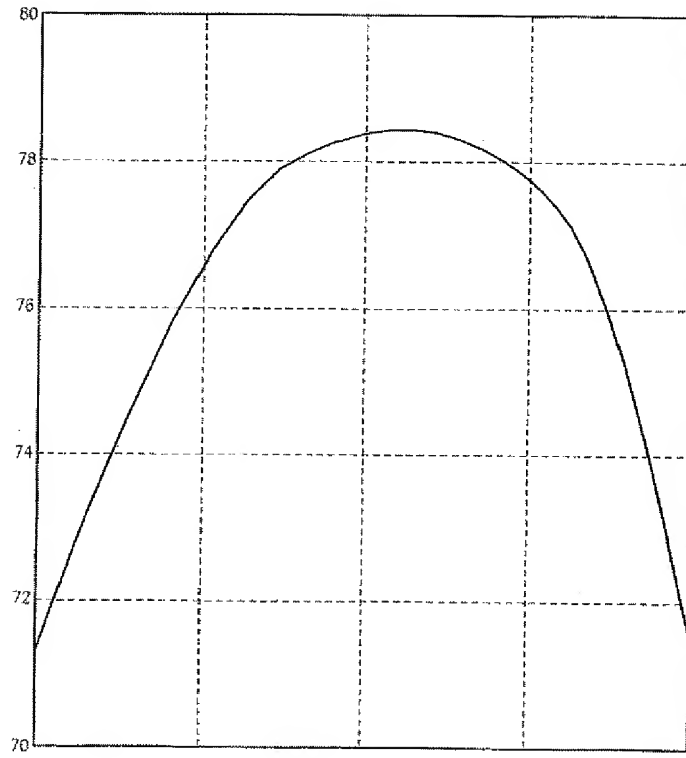
ATMF Best-Of Price vs Correlation

FIG. 3B

WO 02/069109

PCT/US02/05094

5/8



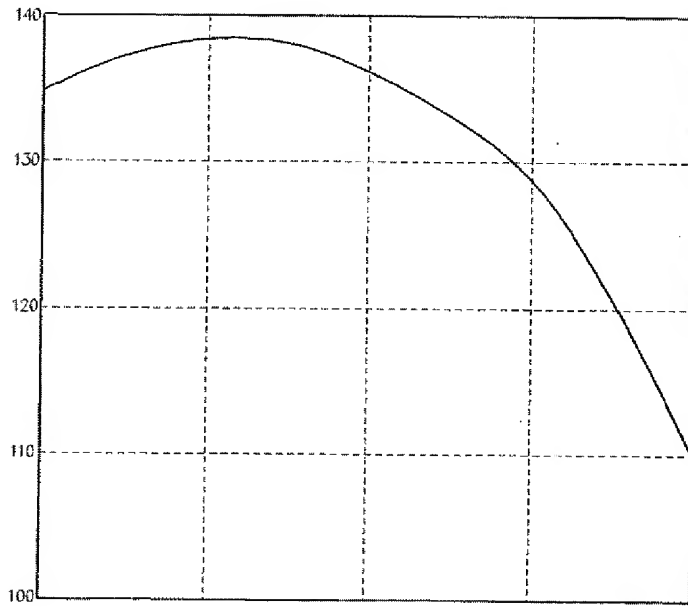
Prices of Basket + 1.4 \* ATM Best-Of vs Correlation

FIG. 3C

WO 02/069109

PCT/US02/05094

6/8



Prices of Basket + 3 + ATM Best-Of vs Correlation

FIG. 3D

WO 02/069105

PCT/US02/05994

7/8

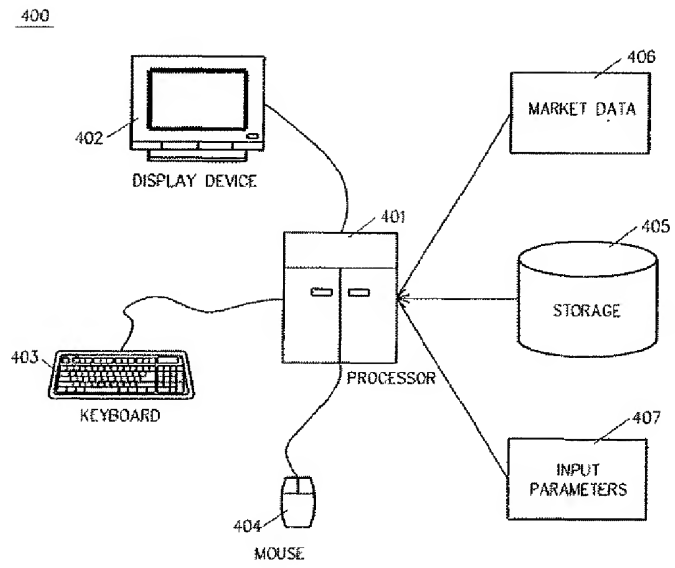


FIG. 4



WO 02/069109

PCT/US02/05994

8/8

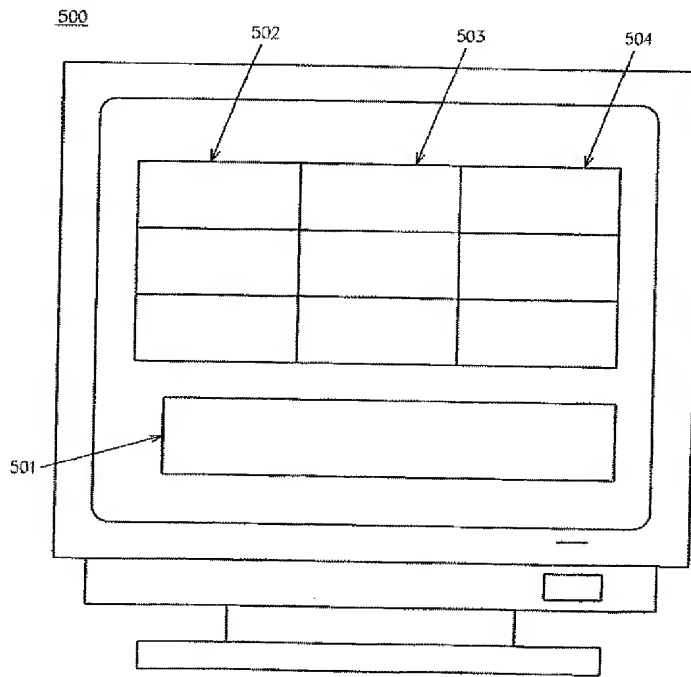


FIG. 5

## 【国際公開パンフレット（コレクトバージョン）】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau(43) International Publication Date  
6 September 2002 (06.09.2002)

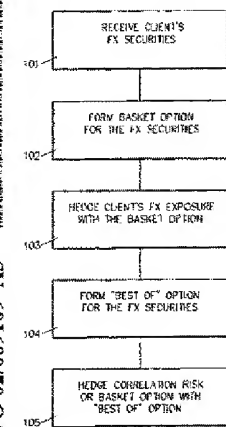
PCT

(10) International Publication Number  
WO 02/069109 A3

- (51) International Patent Classification: G06F 17/60 (74) Agent: FELLER, Mitchell, S., Clifford Chance Rogers & Wells LLP, 200 Park Avenue, New York, NY 10166 (US).
- (21) International Application Number: PCT/US02/09996 (81) Designated States (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GH, GM, GR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LG, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (22) International Filing Date: 28 February 2002 (28.02.2002) (84) Designated States (*regional*): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FR, GB, GR, HU, IT, LI, MC, NL, PT, SE, SI), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 09795,428 28 February 2001 (28.02.2001) US
- (71) Applicant: GOLDMAN, SACHS & CO. [US/US]; One New York Plaza, New York, NY 10064 (US)
- (72) Inventor: HUGGINS, Mark, Apt. 3B, 45 West 60th Street, New York, NY 10023 (US).

(Continued on next page)

(54) Title: BASKET OPTION HEDGING METHOD



(57) Abstract: A method and system for hedging a correlation risk associated with a basket option (100) that includes a plurality of securities that includes the step of selecting at least two of the plurality of securities and, in the next step, forming a best-of option (104) for the at least two of the plurality of securities. Finally, the best-of option is combined with the basket option to hedge the correlation risk associated with the basket option (105).

WO 02/069109 A3

WO 02/069109 A3

**Published:**

— with international search report  
— before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments

For letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(88) Date of publication of the international search report:  
7 November 2002

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US02/05994
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(7) : G06F 17/60 US CL : 705/36 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELD OF SEARCH</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 705/36, 37 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data bases consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) managing, risk, portfolio, select, correlation, hedging, securities, option, basket option		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X, P	US 2002/0002520 A1 (GALT) 05 January 2002 (03.01.2002); see abstract; page 1, paragraph 3.	1-27
A, P	US 2002/0907331 A1 (LO et al.) 17 January 2002 (17.01.2002); see abstract; page 1, paragraph 3.	1-27
X	US 5,784,696 A (MELNIKOFF) 21 July 1998 (21.07.1998); see abstract; column 5, lines 25-30.	1-27
A	US 5,884,287 A (EIDESS) 16 March 1999 (16.03.1999); see abstract; column 1, lines 12-16.	1-27
X, B	US 6,360,210 B1 (WALLMAN) 19 March 2002 (19.03.2002); see abstract, column 5, lines 64-67; column 6, lines 1-8.	1-27
A, P	JP 2001-312593 A (TATEYAMA) 09 November 2001 (09.11.2001); see abstract.	1-27
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: *A* Documents defining the general state of the art which is now considered in the context of the present invention *B* Earlier applications or patents published on or after the international filing date *C* Documents which may throw doubts on priority status or which a cited to establish the publication date of various claims or other special reasons (as specified) *D* Documents relating to an oral disclosure, use, exhibition or other means *E* Documents published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *F* Late document published after the international filing date in priority date and not in conflict with the application law since the document is the principle or theory underlying the invention *G* Document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken into account *H* Document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered or involve an inventive step when the document is compared with one or more other prior documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *I* Document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered or involve an inventive step when the document is compared with one or more other prior documents, such combination being obvious to a person skilled in the art		
Date of the actual completion of the international search 07 August 2002 (07.08.2002)		Date of mailing of the international search report 24 SEP 2002
Name and mailing address of the ISA/US Comptroller of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20530 Reception No. (703)305-3230		Authorized officer Ernst T. Voelz Telephone No. 703-305-3900

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN, TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE, GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MC,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,OM,PH,P L,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW